

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-097651

(43)Date of publication of application : 02.04.2002

(51)Int.Cl.

E02D 27/52

E02D 27/32

F03D 11/04

(21)Application number : 2000-290304

(71)Applicant : KAJIMA CORP

(22)Date of filing : 25.09.2000

(72)Inventor : SHIRAISHI YASUNOBU

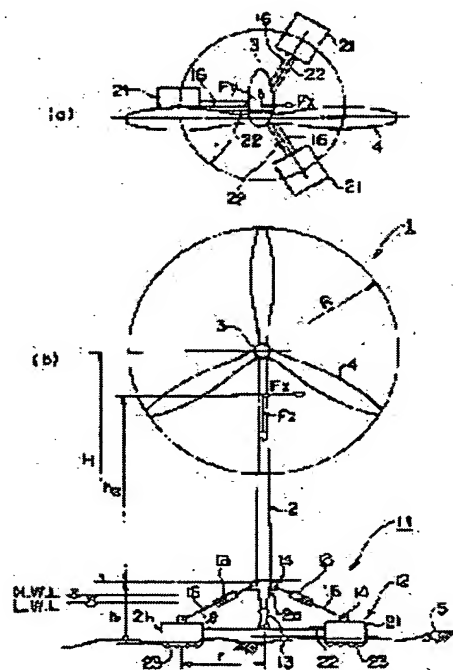
(54) STRUCTURE FOUNDATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a foundation of a type corresponding to uneven land for an offshore wind power generator or the like, for eliminating the necessity of preparations for the seabed surface prior to installation of the foundation, enabling the foundation to be accurately installed irrespective of the unevenness of the seabed surface, and allowing the verticality of an upper structure to be easily corrected even if the foundation is tilted because of aged deterioration, resulting reduced number of the days needed for marine operation, etc.

SOLUTION: The foundation 11 to be provided below the offshore wind power generator 1 comprises a weight portion 12 consisting of three weights 21 installed on the seabed surface and a foundation beam 22; a universal coupling 13 for connecting the center of the weight portion 12 to the lower portion of a main column 2; and a connector 16 having a length adjustment device 15 for connecting the upper surface of each weight 21 to the base part of the main column 2 via the universal coupling 14.

The foundation 11 assembled above the ground is hoisted using a crane ship, is transported over the sea, and sunk in a predetermined installation site. Then the length adjustment device 15 is operated to adjust the length of the connector 16 to make the main column 2 vertical.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基礎面上に設置される重錘部と、この重錘部の中央部と上部構造の下部を接続する自在継手と、重錘部の外周部と上部構造とを両端の自在継手を介して連結する長さ調整可能な連結材を備えていることを特徴とする構造物基礎。

【請求項2】 重錘部は、平面視で周方向に間隔をおいて配設された複数の重錘と、これら重錘同士を結構する基礎梁から構成されていることを特徴とする請求項1に記載の構造物基礎。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、風力発電機やその他の構造物の設置基礎として使用される不整地対応型の基礎に関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えば風力発電機は海上や水上に設置する場合があり、このような風力発電機の設置基礎として、従来、次のような基礎構造がある（図4参照）。

【0003】(a) 重力式（ケーソン式・直接基礎式）ケーソン式は、図4(a)に示すように、海底の基礎面上にコンクリートケーソン50を設置し、このケーソン50内に風力発電機1の支柱2の下部を挿入すると共に中詰め砂を充填し、ケーソン50の上部にコンクリート製の上部工51を設けた構造。直接基礎式の場合は、海底面上に重量増を目的としたコンクリート無垢の基礎を構築する。

【0004】(b) ジャケット式（直杭式・斜杭式）

図4(b)に示すように、海底面上に鋼管杭60を結構するジャケット61を有する構造。ジャケット61の上部に風力発電機1の支柱2の下部を接続する。なお、水面上デッキを設ける場合は鋼製主体となる。

【0005】(c) ドルフィン式（直杭式・斜杭式）

図4(c)に示すように、鋼管杭70の頭部を頂版71で結合する構造。頂版71に風力発電機1の支柱2の下部を埋設する。なお、水面上デッキはRC製主体となる。

【0006】(d) 鋼板セル式

図4(d)に示すように、海底地盤内に鋼板セル80の下部を打ち込み、この鋼板セル80内に風力発電機1の支柱2の下部を挿入すると共に中詰め材を充填する構造。

【0007】(e) 埋め込み式（モノパイル型基礎）

図4(e)に示すように、風力発電機1の支柱2の下部に底板90を取付け、この支柱下部を海底地盤内に埋め込む構造。

【0008】(f) 浮体式（テンションレグ式基礎）

図4(f)に示すように、風力発電機1の支柱2の下部に浮力体100を取付け、この浮力体100を索体102により重錘101に係留する構造。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】前述のような従来の基

礎形式の場合、次のような問題がある。

【0010】(1) ケーソン基礎の場合、ケーソンを設置する海底面の地盤改良や海底面を平坦に均す作業が必要であり、費用と工期がかかる。

【0011】(2) ケーソン基礎等の重力式基礎の場合、潮流による洗掘や地盤沈下等の経年変化で基礎が傾いた場合、鉛直度を修正するのが難しい。

【0012】(3) ケーソン基礎や鋼管杭基礎等は、海上工事が主体であり、海上工事は海象・気象の影響を受けるため、年間を通して工事可能日が少なく、このため工期が長くなる。

【0013】本発明は、前述のような従来の問題点を解消すべくなされたもので、基礎設置前の海底面を地盤改良したり、平坦に均す等の事前作業が不要となり、かつ、海底面等の不陸に関わらず短時間で風力発電機等の上部構造を精度良く設置することができ、また、経年変化により基礎が傾いた場合でも風力発電機等の上部構造の鉛直度を簡単に修正することができ、さらに、海上作業等の日数を少なくでき、海象・気象等の影響を受けにくい不整地対応型の構造物基礎を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1は、海底面や水底面に設置される風力発電機やその他の構造物、あるいは陸上等に設置される構造物の不整地対応型の基礎であり、基礎面上に設置される重錘部と、この重錘部の中央部と上部構造（例えば風力発電機の支柱）の下部を接続する自在継手と、重錘部の外周部と上部構造とを両端の自在継手を介して連結する長さ調整可能な連結材を備えていることを特徴とする構造物基礎である。

【0015】前記自在継手は、接続する部材の曲げのみを許し、軸力のみを伝達する部材であり、例えば互いに直交する2箇所のピン連結構造の継手をを用いる。前記連結材は軸力を伝達できる剛体であり、その中間部に油圧ジャッキ等の長さ調整装置を介在させ、上部構造の傾斜を調整できる長さ調整機能と、風や地震等による水平方向荷重を支えることのできる剛性を持たせる。この連結材は、平面視で重錘部の周方向に間隔をおいて少なくとも3本配設する。

【0016】本発明の請求項2は、請求項1の構造物基礎において、重錘部は、平面視で周方向に間隔をおいて配設された複数の重錘と、これら重錘同士を結構する基礎梁から構成されていることを特徴とする構造物基礎である。即ち、重錘部は一体の盤状のものでよいが、複数の重錘を平面視で支柱を中心とする円周上に等間隔をおいて配設することで、海底面等の不陸に大きく影響を受けないようにするのが好ましい。さらに、複数の重錘は3つとし、海底面等の不陸の影響を受けず、かつ海底面等に対して安定した構造の3点支持構造とするのが好ましい。

【0017】以上のような構成の構造物基礎を予め組み

立てておき、これを設置場所に運搬し、設置面に重錘部を接地させる。次いで、長さ調整装置により各連結材の長さを伸縮調整することで主柱等を鉛直にする。なお、風力発電機等が大型の場合には、基礎と上部構造を分離して運搬し、鉛直度を調整した基礎に上部構造を組み付ける。以上により、設置作業が終了する。

【0018】設置面に重錘部を接地させた後、各連結材を長さ調整して上部構造の鉛直度を調整するため、基礎設置前に海底面等を予め地盤改良したり、平坦に均す等の事前作業が不要となり、また海底面等の不陸に関わらず短時間で風力発電機等の上部構造を精度良く設置することができる。

【0019】潮流による洗掘や地盤沈下等の経年変化で基礎が傾いた場合でも、連結材の長さ調整装置により連結材の長さを再調整することができ、上部構造の鉛直度を簡単に修正することができる。また、比較的軽量であるため、設置位置の変更も容易に行うことができる。

【0020】本基礎は、予め陸上部等で組み立てておき、重錘部と連結材からなる簡単で軽量のものを運搬し、設置位置に設置した後は鉛直度の調整作業を行うだけでよい。また、海上作業等の日数を少なくでき、海象・気象等の影響を受けにくい。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図示する一実施形態に基づいて説明する。この実施形態は、海上に設置される風力発電機に本発明を適用した例である。図1は、本発明の不整地対応型基礎の1例を示す平面図と正面図である。図2は、その部材接合部の詳細を示す正面図と部材接合部の変形例を示す正面図である。

【0022】図1において、風力発電機（風車）1は、高さが数10mの鋼管等からなる主柱2と、この主柱2の上部に設けられた発電機本体3と、この発電機本体3の回転軸に取付けられた直径が数10mのプロペラ4等からなり、このような風力発電機1の主柱2の基部2aに本発明の不整地対応型基礎11を設ける。

【0023】不整地対応型基礎11は、海底面5上に設置される重錘部12と、この重錘部12の中央部と主柱基部2aの下部とを接続する自在継手13と、両端部に自在継手14を有し中間部に長さ調整装置15を有し、重錘部12の外周部と主柱基部2aとを連結する複数の連結材（斜材）16とから構成されている。

【0024】重錘部12は、例えばコンクリート製であり、平面視で主柱2を中心とする円周上に等間隔を置いて配置された3つの重錘（シンカ）21と、これら重錘21、21同士を結構する基礎梁22からなり、3つの重錘21で海底面5に対して3点支持構造とすることにより、海底面5の不陸に大きく影響されず、かつ安定した支持が得られるようにしている。

【0025】また、重錘21の下面には、四角錐状等の突起23を多数設け、水平荷重に対する滑動抵抗を増加

させ、水平方向に安定した支持力が得られるようにしている。基礎梁22は、例えば、3本の梁が平面視で主柱2から3つの重錘21に向かって放射状に延在する形状とする。

【0026】自在継手13は、あらゆる方向の曲げのみを許容しつつ軸力のみを伝達する継手であり、例えば図2(a)に示すように、互いに直交する2箇所のピンによるダブルクレビス（U字金具）タイプの継手を用いる。即ち、基礎梁22の平面視の中心部（主柱2の位置）に第1クレビス31を立設し、このクレビス31に第1ピン32を介して継手部材33の直交板材の下部側を回転自在に接続する。一方、主柱基部2aの下端部には、第2クレビス34を形成しておき、この第2クレビス34と継手部材33の直交板材の上部側を、第1ピン32と直交する第2ピン35を介して回転自在に接続する。

【0027】この自在継手13は、前述のクレビスタイプに限らず、図2(b)に示すようなユニバーサルジョイントと球面台座によるタイプでもよい。ユニバーサルジョイントは、十字形金具41とU字状の継手台座42からなり、主柱基部2aの下端部に十字形金具41を一方の軸で回転自在に取付け、U字状継手台座42に十字形金具41を他方の軸で回転自在に支持させる。球面台座は、主柱2の下面に形成した球面43と、U字状継手台座42の底板に形成した球面座44からなり、大きな軸力にも耐えられるように設けられるものである。

【0028】連結材16は、鋼製等の鋼管材であり、図1に示すように、平面視で基礎梁22に対応させて放射状に3本配設されている。連結材16の下端部は、重錘21の上面に自在継手14を介して接続され、連結材16の上端部は、主柱基部2aの上部における側面に自在継手14を介して接続される。自在継手14は、前述した自在継手13と同じものを使用することができる。長さ調整装置15は、油圧ジャッキやメカニカルジャッキ等を用いる。長さ調整が終了すると、ターンバックル・止めピン等を用いて連結材16の長さを固定し、その後、油圧ジャッキ等は撤去する。

【0029】以上のような構成の不整地対応型基礎において風力発電機を例えば次のような手順で設置する（図3参照）。なお、これは大型の風力発電機の場合である。

【0030】(1) 本基礎11を海岸寄りの陸上部で組み立てる。即ち、主柱基部2aに自在継手13を介して重錘21と基礎梁22からなる重錘部12を接続し、主柱基部2aと各重錘21を連結材16で連結する（図3①）。重錘21、基礎梁22等が鋼殻からなる場合は、内部にコンクリートを打設して本基礎11を完成させる（図3②）。

【0031】(2) 完成した本基礎11を起重機船で吊り上げ、海上運搬し（図3③）、所定の設置場所に沈設する（図3④）。

【0032】(3) 本基礎11は3つの重錘21により海底面に対し安定して3点支持されており、この状態から、台船上の油圧制御装置により長さ調整装置15の油圧ジャッキを操作して連結材16の長さを調節し、支柱基部2aが鉛直になるようにする(図3⑤)。その後、ターンバックルと止めピンを用いて連結材16の長さを固定し、油圧ジャッキを撤去する。

【0033】(4) 起重機船で別途運搬してきた上部構造の風力発電機1の支柱2の下部を支柱基部2aの上部に固定する(図3⑥)。以上で設置作業が終了し、海底面の不陸に関わらず風力発電機1を短時間で鉛直に設置することができる。

【0034】以上の例は大型の風力発電機の場合であり、大型の風力発電機の場合は、基礎重量が重くなり、高さが高くなるため、クレーンの吊り荷重・吊り高さの関係で基礎と風力発電機を分離して海上組立する必要があるが、これに限らず、基礎と風力発電機を一体化したものを運搬し、所定の設置位置に設置することも可能である。

$$W > (F_x \cdot (h_1 + h_2) - F_z \cdot r / 2) / (r + r/2) \dots (1)$$

W: 重錘の重量 [N]

F_x : 水平方向風荷重 [N]

F_z : 風力発電機の鉛直荷重 [N]

h_1 : 海底面から支柱基部上端までの高さ [m]

h_2 : 支柱基部上端から風力発電機の風荷重作用点までの高さ [m]

r: 重錘の設置位置の半径 [m]

【0037】(b) 長さ調整装置15の容量(ジャッキ容量)

油圧ジャッキ等からなる長さ調整装置15のジャッキ容量は、暴風時の水平方向風荷重を支える剛性が必要であり、図1の実施形態の場合、次の(2)式を満足するように決定する。

$$S_1 > (r^2 + h_1^2 - 2 \cdot r \cdot h_1 \cdot \cos(90 + \phi))^{0.5} - (r^2 + h_1^2)^{0.5} \dots (3)$$

$$S_2 > (r^2 + h_1^2 - 2 \cdot r \cdot h_1 \cdot \cos(90 - \phi))^{0.5} - (r^2 + h_1^2)^{0.5} \dots (4)$$

S_1 : 長さ調整装置の伸び量 [m]

S_2 : 長さ調整装置の縮み量 [m]

r: 重錘の設置位置の半径 [m]

h_1 : 海底面から支柱基部上端までの高さ [m]

以上の式から、図1のHが60m程度の風力発電機1において、重錘21の水中重量は、900kN(90tf)以上必要であり、安全をみて1800kN(180tf)程度となる。長さ調整装置15のジャッキ容量は、4000kN(400tf)以上必要であり、安全をみて5000kN(500tf)程度となる。長さ調整装置15の長さ調節範囲は、±1.3m程度となる。

【0039】なお、以上は海上設置型の風力発電機について説明したが、これに限らず、その他の型式の風力発

【0035】なお、基礎設置面が経年変化等で地盤沈下を起こしても、ターンバックルや油圧ジャッキ等の長さ調整装置15により鉛直度調整を容易に行うことができる。また、本基礎11は、ケーソン基礎等に比べて比較的軽量であるため、必要であれば、大型クレーン船で海中に吊り上げ、設置位置の変更も可能である。ケーソン基礎等の鉄筋コンクリート製重力式基礎の場合、一般に函体を製作し、現地沈設後に重量付加のため、砂や碎石コンクリートを中詰めする工法を採るため、函体を吊り上げるために必要な強度を有する吊り点がなく、基礎設置後の設置位置の変更は困難である。

【0036】次に、本発明のより具体的な例について説明する。

(a) 重錘21の重量

重錘21の重量は、台風等の暴風時に働く水平方向風荷重で基礎が転倒しない水中重量が必要であり、図1の実施形態の場合、次の(1)式を満足するように決定する。

$$F > F_x \cdot (h_1 + h_2) / h_1 / \cos \theta \dots (2)$$

F: 長さ調整装置の押し引き力 [N]

F_x : 水平方向風荷重 [N]

h_1 : 海底面から支柱基部上端までの高さ [m]

h_2 : 支柱基部上端から風力発電機の風荷重作用点までの高さ [m]

θ : 長さ調整装置の傾斜角 [°]

【0038】(c) 長さ調整装置15のストローク(ジャッキストローク)

長さ調整装置15のジャッキストロークは、海底地盤の許容勾配を±φ(±1/10≒6°)とすると、次の(3)式と(4)式を満足するように決定する。

電機にも本発明を適用できることは言うまでもない。また、海底面や水底面に設置される風力発電機に限らず、陸上等に設置される風力発電機、あるいはタワー構造物や機械基礎など海上や陸上等に設置されるその他の構造物にも本発明を適用することができる。

【0040】

【発明の効果】本発明は、以上のような構成からなるので、次のような効果を奏することができる。

【0041】(1) 設置面に重錘部を接地させた後、各連結材を長さ調整して上部構造の鉛直度を調整するため、基礎設置前に海底面等を予め地盤改良したり、平坦に均す等の事前作業が不要となり、また海底面等の不陸に関わらず短時間で風力発電機等の上部構造を精度良く設置

することができ、工期およびコストを大幅に低減することができる。

【0042】(2) 潮流による洗掘や地盤沈下等の経年変化で基礎が傾いた場合でも、連結材の長さ調整装置により連結材の長さを再調整することができ、上部構造の鉛直度を簡単に修正することができる。また、比較的軽量であるため、設置位置の変更も容易に行うことができる。

【0043】(3) 本基礎は、予め陸上部等で組み立てておき、重錘部と連結材からなる簡単で軽量のものを運搬し、設置位置に設置した後は鉛直度の調整作業を行うだけでよい。ため、海上作業等の日数を少なくでき、海象・気象等の影響を受けにくく、工期の大幅な短縮が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の不整地対応型基礎の1例であり、(a)は平面図、(b)は正面図である。

【図2】図1の不整地対応型基礎の部材接合部の詳細を示す正面図であり、(a)はダブルクレビスタイプ、(b)はユニバーサルジョイントタイプである。

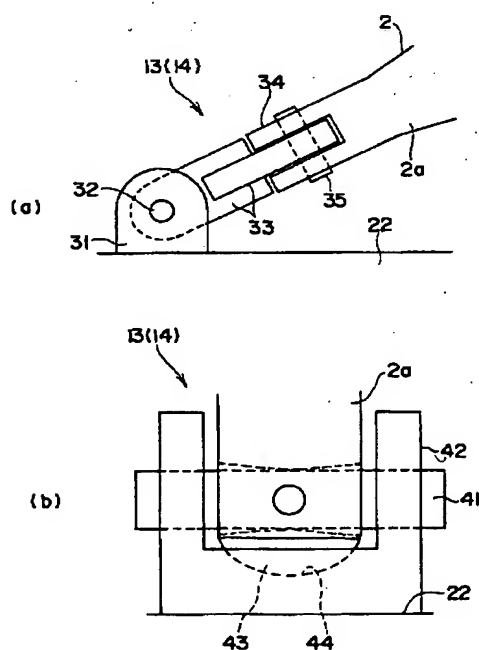
【図3】本発明の不整地対応型基礎の設置方法の1例を工程順に示す正面図である。

【図4】洋上風力発電機の従来における各種の基礎形式を示す正面図である。

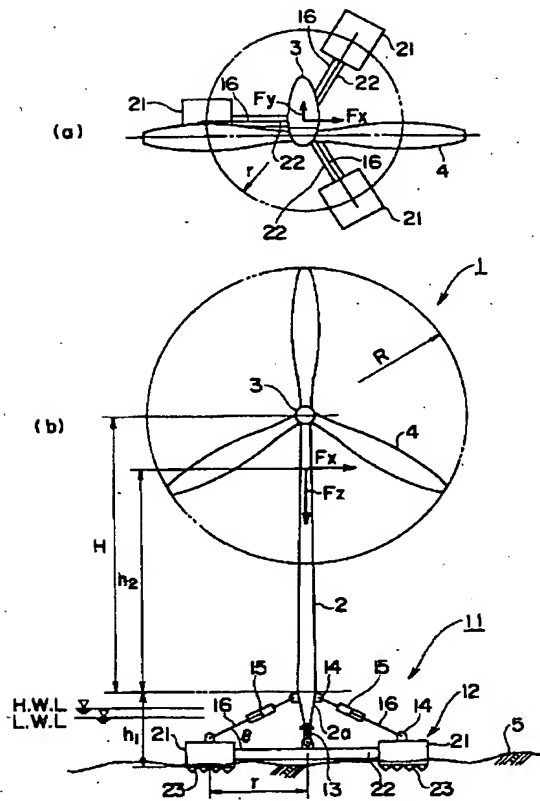
【符号の説明】

- 1…風力発電機
- 2…主柱
- 2a…基部
- 3…発電機本体
- 4…プロペラ
- 5…海底面
- 11…不整地対応型基礎
- 12…重錘部
- 13…自在継手
- 14…自在継手
- 15…長さ調整装置
- 16…連結材(斜材)
- 21…重錘(シンカ)
- 22…基礎梁
- 23…突起
- 31…第1クレビス
- 32…第1ピン
- 33…継手部材
- 34…第2クレビス
- 35…第2ピン
- 41…十字形金具
- 42…U字状の継手台座
- 43…球面
- 44…球面座

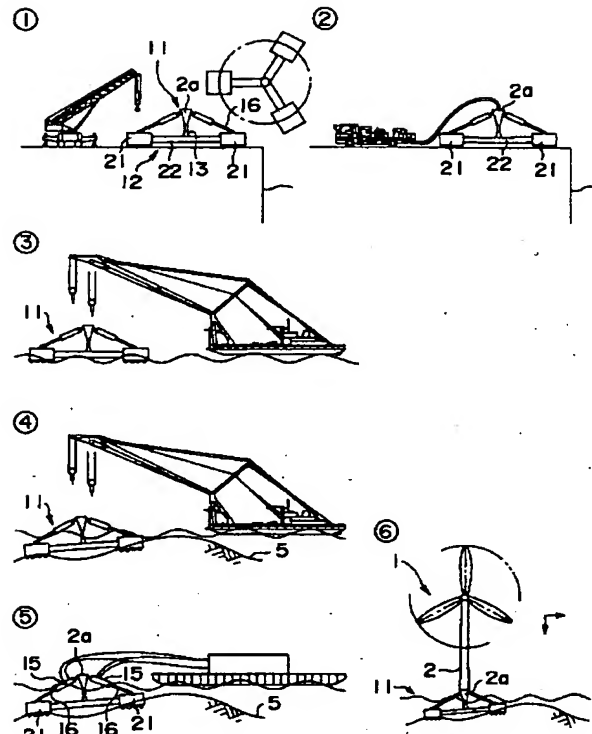
【図2】



【図1】



【図3】



【図4】

